

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-015746

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl.

H01M 4/96

H01M 4/86

H01M 8/10

(21)Application number : 2000-197806

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.06.2000

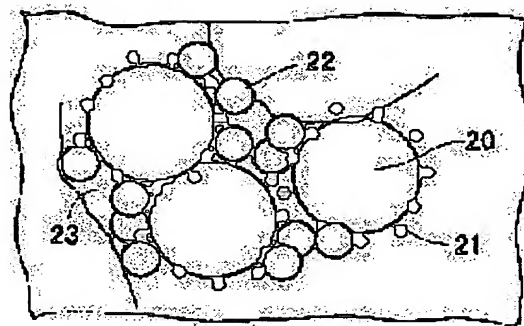
(72)Inventor : YONEZU MAKI  
YASUDA KAZUHIRO

## (54) FUEL CELL AND FUEL CELL ELECTRODE MEMBER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electrode member for a high output and small size fuel cell that maintains a high stability for a long period and has a high proton conductivity.

**SOLUTION:** This is an electrode member which is equipped adjoining the electrolyte membrane of a fuel cell in which fuel is directly supplied. It comprises an electron conducting particle (20), a catalyst (21) and a proton conducting body, and the proton conducting body comprises an inorganic proton conducting solid particle (22) which forms a framework of the proton conducting pass from the surface of the electron conducting particle to the electrolyte membrane and an organic proton conducting body (23) which links between the inorganic proton conducting solid particles, and the catalyst and the inorganic proton conducting solid particle.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-15746

(P2002-15746A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 1 M 4/96  
4/86  
8/10

H 0 1 M 4/96  
4/86  
8/10

H 5 H 0 1 8  
B 5 H 0 2 6

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-197806(P2000-197806)

(22) 出願日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 米津 麻紀

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 安田 一浩

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

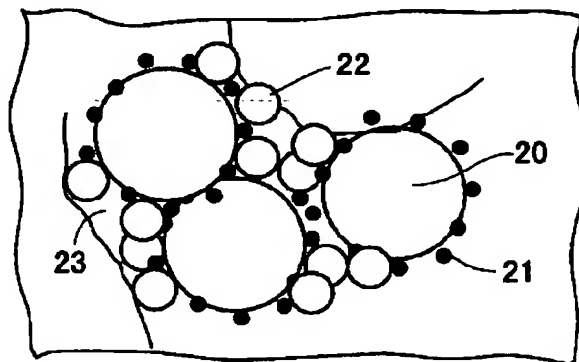
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池および燃料電池用電極部材

(57) 【要約】

【課題】 高出力かつ小型の燃料電池のための電極部材であって、長期間にわたって高い安定性を維持するとともに、高いプロトン導電性を有する電極部材を提供する。

【解決手段】 燃料が直接供給される燃料電池の電解質膜に接して設けられる電極部材である。電子導電体粒子(20)、触媒(21)、およびプロトン導電体を含み、前記プロトン導電体は、前記電子導電体粒子の表面から前記電解質膜までのプロトン導電パスの骨格を形成する無機プロトン導電体固体粒子(22)と、前記無機プロトン導電体固体粒子間および前記触媒-無機プロトン導電体固体粒子間を繋ぐ有機プロトン導電体(23)とを含むことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電解質膜と前記電解質膜を挟持するアノード電極およびカソード電極とを具備し、前記アノード電極に燃料が導入される燃料電池であって、

前記アノード電極および前記カソード電極は、電子導電体粒子、触媒、およびプロトン導電体をそれぞれ含み、前記アノード電極および前記カソード電極の少なくとも一方における前記プロトン導電体は、前記電子導電体粒子の表面から前記電解質膜までのプロトン導電パスの骨格を形成する無機プロトン導電体固体粒子と、前記無機プロトン導電体固体粒子間および前記触媒－無機プロトン導電体固体粒子間を繋ぐ有機プロトン導電体とを含むことを特徴とする燃料電池。

【請求項 2】 燃料が直接供給される燃料電池の電解質膜に接して設けられる電極部材であって、電子導電体粒子、触媒、およびプロトン導電体を含み、前記プロトン導電体は、前記電子導電体粒子の表面から前記電解質膜までのプロトン導電パスの骨格を形成する無機プロトン導電体固体粒子と、前記無機プロトン導電体固体粒子間および前記触媒－無機プロトン導電体固体粒子間を繋ぐ有機プロトン導電体とを含むことを特徴とする電極部材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池におよびこれに用いられる電極部材に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、単独の発電装置として効率がよいことから、各種小型機器を長時間作動させるために適した電池として燃料電池が注目されている。こうした燃料電池は、小型化を図ることが望まれており、そのためには、電極部を改良して出力を向上させるとともに長期安定性を確保することが必要である。燃料電池の電極部においては通常、電解質膜を挟むようにアノード電極とカソード電極とが設けられている。アノード電極やカソード電極は、燃料を改質するための触媒と、改質されて生成した電子およびプロトンを取り出すための電子導電体とプロトン導電体とで構成されている。効率を向上させるためには、触媒能・および単位面積あたりの触媒量を高めることに加えて、触媒利用効率の向上も必須である。触媒利用効率を向上させるためには、触媒上で生成したプロトンや電子を、効率よく取り出して導電させなくてはならない。つまり、触媒とプロトン導電パス、および触媒と電子導電体とが必ず接していること、さらに、プロトン導電パスがネットワーク状に広がって触媒から電解質膜までを繋いでいることが重要となる。

【0003】現在、プロトン導電パスとしては有機プロトン導電体を用いられている。この有機プロトン導電体は、材料自体のプロトン導電性は高いものの、その特性

を十分生かしていない。これは、電子導電体とプロトン導電体を混合して分散させる際に電子導電体の凝集が起きたり、電極を乾燥させるときに割れが生じたりすることに起因して触媒とプロトン導電パスとのコンタクトがとりにくくなるためである。すなわち、有機プロトン導電体を含む電極においては、触媒から電解質に至るプロトン導電パスのネットワークが十分形成されていないために、本来のプロトン導電性、更に触媒の触媒能をも十分に生かしきれていない。そのため、電極構造や製造方法の改良が必要とされている。また特に、燃料にメタノールを含む DMFC（メタノール直接型燃料電池、Direct Methanol Fuel Cell）のような燃料電池の場合には、アルコール成分によって有機のプロトン導電体が一段と劣化してしまうという問題が起きている。

【0004】一方、無機のプロトン導電体は耐燃料性が強く、長寿命化も望めるために開発が行なわれている。しかしながら、現状の無機のプロトン導電体はゾルゲル法によってしか作製できない上に、プロトン導電性が十分でなく、性能的には有機導電体の 10 分の 1 以下の性能である。そのため、高出力が望まれている燃料電池には、無機プロトン導電体を現状のままで使用することはできない。さらに、ゾルゲル法で無機プロトン導電体を作製する場合には、ゲル化の際に電極の収縮が生じて、電極としての形状を保てないという問題があり、現状のプロセスでは無機プロトン導電体での電極作製は困難である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の燃料電池においてアノード電極およびカソード電極で用いられている有機プロトン導電パスは、触媒・電子導電体との混合・分散、また集電部材上への形成が困難である。これは、電子導電体と有機プロトン導電体との濡れ性が悪く分散しにくく、さらに、乾燥時に電極表面に生じる割れが避けられないからである。これに起因して、触媒とプロトン導電体との接触状態が十分でなく、形成されたプロトン導電パスは集電部と電解質膜との間で分断されている部分が多い。一方、無機プロトン導電体は、プロトン導電性が低く、また、作製プロセスが確立していないので、これを用いて安定した形状の電極を形成することができない。

【0006】そこで本発明は、長期間にわたって高い安定性を維持するとともに、高出力かつ小型の燃料電池を提供することを目的とする。

【0007】また本発明は、高出力かつ小型の燃料電池のための電極部材であって、長期間にわたって高い安定性を維持するとともに、高いプロトン導電性を有する電極部材を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため

に、本発明は、電解質膜と前記電解質膜を挟持するアノード電極およびカソード電極とを具備し、前記アノード電極に燃料が導入される燃料電池であって、前記アノード電極および前記カソード電極は、電子導電体粒子、触媒、およびプロトン導電体をそれぞれ含み、前記アノード電極および前記カソード電極の少なくとも一方における前記プロトン導電体は、前記電子導電体粒子の表面から前記電解質膜までのプロトン導電パスの骨格を形成する無機プロトン導電体固体粒子と、前記無機プロトン導電体固体粒子間および前記触媒－無機プロトン導電体固体粒子間を繋ぐ有機プロトン導電体とを含むことを特徴とする燃料電池を提供する。

【0009】また本発明は、燃料が直接供給される燃料電池の電解質膜に接して設けられる電極部材であって、電子導電体粒子、触媒、およびプロトン導電体を含み、前記プロトン導電体は、前記電子導電体粒子の表面から前記電解質膜までのプロトン導電パスの骨格を形成する無機プロトン導電体固体粒子と、前記無機プロトン導電体固体粒子間および前記触媒－無機プロトン導電体固体粒子間を繋ぐ有機プロトン導電体とを含むことを特徴とする電極部材を提供する。

【0010】本発明においては、上述した電子導電体粒子、触媒、およびプロトン導電体のうち、電子導電体粒子と触媒とは、必ず接触もしくは付着していることが必要である。また、触媒とプロトン導電体とが必ず接触もしくは付着していることも必要である。

【0011】以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0012】本発明の燃料電池の一例の部分概略図を図1に示す。

【0013】図1においては、電解質膜10の両面に第1および第2の電極11aおよび11bが設けられ、さらにこれらの電極上には、第1の集電部12aおよび第2の集電部12bがそれぞれ設けられている。本発明においては、第1および第2の電極11aおよび11bは、電子導電体粒子、触媒およびプロトン導電体をそれぞれ含み、こうした電極の少なくとも一方におけるプロトン導電体は、次のような機能を有する無機プロトン導電体固体粒子と有機プロトン導電体とを含む。すなわち、無機プロトン導電体固体粒子は、電子導電体粒子の表面から電解質膜までのプロトン導電パスの骨格を形成し、有機プロトン導電体は、無機プロトン導電体固体粒子同士、および触媒と無機プロトン導電体固体粒子との間を繋ぐ。

【0014】図示するように電解質膜10を挟持する電極11aおよび11bのいずれか一方には、燃料が供給される。用いられる燃料は特に限定されず、気体および液体状のものを用いることができるが、メタノール等の液体燃料を用いた場合に、本発明の効果が特に発揮される。

【0015】図2には、こうした無機プロトン導電体固体粒子および有機プロトン導電体を、電子導電体粒子および触媒とともに概略的に示す。図示するように、電子導電体粒子20の表面には触媒21が付着しており、無機プロトン導電体固体粒子22は、プロトン導電パスの骨格を形成する。こうした無機系プロトン導電体固体粒子22同士および触媒21と無機プロトン導電体固体粒子22とを繋ぐために、有機プロトン導電体23が配置されている。有機プロトン導電体23は、無機プロトン導電体固体粒子22を覆うように構成されるということができる。

【0016】すなわち、本発明においては、ネットワーク状に広がるプロトン導電パスを実現し、かつ、耐化学的特性が高く、電子導電パスとのスラリー中に分散しやすい無機プロトン導電体固体粒子22を骨格として使用し、それを繋ぐように有機プロトン導電体23によるパスを形成しているので、安定なプロトン導電パスを設けることが可能となった。

【0017】本発明において、電子導電体粒子20としては、電子導電を行なえるものであれば特に限定されないが、コストが低く電子導電性が高いもの、例えばカーボン粒子などが好ましい。カーボン粒子を用いる場合、その平均粒子径は5nm～1000nmの範囲の粒子であることが好ましく、10nm～100nmの範囲であることがより好ましい。

【0018】特にカーボン粒子上に触媒を担持する場合には、比表面積の大きい粒子であることが必要であり、粒子径が細かいと一般に比表面積も大きくなるため、1000nmを越える大きな粒子を用いることは好ましくない。一方、電子導電体粒子の粒子径が細かすぎると、有機・無機プロトン導電体と混合してスラリーにする際に分散が困難になるために、割れの少ない平滑な電極を作製することが難しくなる。しかも、電子導電体粒子とプロトン導電体との接触が悪くなり、カーボン粒子同士の接触も悪くなって、プロトン導電および電子導電の両方がしにくくなることもある。特に、5nm未満の平均粒子径を有する粒子を用いた場合には、それが顕著となる。

【0019】また、電子導電体粒子の比表面積は大きいほど望ましく、具体的には10m<sup>2</sup>/g以上であることが好ましく、40m<sup>2</sup>/g以上であることがより好ましい。これは前述したように、触媒を担持する場合、10m<sup>2</sup>/g以下の表面積を有する担持体では担持される触媒量が少なく、効率を向上させることが困難であるためである。

【0020】本発明において用いられる触媒物質21としては、白金、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、パラジウム、およびオスミウムなどの白金族金属およびその合金が好ましい。こうした触媒は、電子導電体粒子の表面に担持されていることがより望ましい。担持された

触媒は、電子導電体粒子としてのカーボン粒子との接触が高められるのみならず、触媒粒子径も小さく作製できるために、触媒としての活性も向上する。

【0021】なお、電子導電体粒子に担持されていない場合でも、触媒の粒子径は細かいことが好ましく、具体的には、1 nm～10 nmの範囲が望ましい。1 nm未満の場合には触媒粒子単体で活性が高すぎ、取り扱いが難しくなるおそれがある。一方10 nmを越えると、触媒の表面積が減少して反応サイトが減少するために、活性が低下するおそれがある。

【0022】また、本発明においてプロトン導電体を構成する無機系プロトン導電体固体粒子22としては、ゾルゲル法を用いて作製されたSiO<sub>2</sub>もしくはSiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系などのプロトン導電性の高い粒子が好ましい。こうした無機系プロトン導電体固体粒子の粒子径は、前述した電子導電体粒子よりも小さいことが望ましく、好ましくは5 nm～100 nmである。

【0023】無機系プロトン導電体固体粒子22は、図3の拡大断面図に示されるように、細孔24を有することがより好ましい。細孔24は、細孔径が1 nm～10 nm程度と微細であることが望まれる。こうした微細な細孔24を有する無機プロトン導電体固体粒子22においては、有機溶媒に溶解もしくは分散した有機プロトン導電体23と混合する際に細孔24内に溶液が入りこみ、乾燥した際に有機プロトン導電体23のパスが孔内に形成されることがより好ましい。細孔24は、無機系プロトン導電体固体粒子22のプロトン導電性を向上させる働きと、孔内に設けられた有機プロトン導電体23のパスを保持する働きとを持つために、上述した範囲の細孔径を有することが望ましい。

【0024】無機プロトン導電体固体粒子23の比表面積は、大きいほど好ましく、少なくとも10 m<sup>2</sup>/g以上であることが望ましく、より好ましくは100 m<sup>2</sup>/g以上である。これは、無機プロトン導電体の導電メカニズムは、1つに表面に吸着しているOH基を介して導電すると考えられているからである。無機プロトン導電体固体粒子の比表面積が大きい場合には、表面吸着OH基が増加するので、プロトン導電パスも増加して導電性も向上する。

【0025】一方、有機プロトン導電体23としては、有機溶媒に溶解もしくは分散したパーフルオロスルホン酸やスチレンージビニルベンゼン系などのスルホン酸型の樹脂が好ましい。

【0026】プロトン導電体においては、有機プロトン導電体23の体積（乾燥後の固形分）1に対して、無機系プロトン導電体固体粒子22の体積が0.1～100となるよう、無機プロトン導電体固体粒子と有機プロトン導電体とを混合することが好ましい。無機プロトン導電体固体粒子の割合が0.1未満の場合には、無機プロトン導電体固体粒子同士でプロトン導電パスの骨格を

形成することが困難となって、有機と無機系との両者を使用する効果を十分に得ることができない。一方、無機系プロトン導電体固体粒子の割合が1000を越える場合には、無機プロトン導電体粒子同士を有機プロトン導電体で繋ぐことが困難となり、プロトン導電体内の接触、またはプロトン導電体と触媒との接触が不良になるおそれがある。さらに、無機プロトン導電体固体粒子の割合が高くなると、電極内でのプロトン導電性が低下する。

10 【0027】また、無機プロトン導電体固体粒子22を覆うように構成された有機プロトン導電体23の厚みは、50 nm以下であることが好ましく、10 nm以下であることがより好ましい。これは、有機プロトン導電体が凝集して存在すると、その部分が選択的に劣化し、電極の割れやプロトン導電パスの分断などによる性能の経時劣化が発生するからである。この劣化は、液体燃料を用いた場合、著しく生じる。

20 【0028】本発明の電極部材において、電子導電体粒子と有機-無機プロトン導電体との混合比は、電子導電体粒子の見かけの体積を100としたときに有機-無機プロトン導電体の見かけの体積が0.01～1000の範囲であることが望ましい。プロトン導電パスの比が0.01未満になると、電子導電体粒子の表面を十分に覆うパスを形成することが困難となって、取り出せる電流が低下するために大きな出力を得ることができない。一方、有機-無機プロトン導電体の割合が1000を越えると、電極部の抵抗が増加して、やはり出力が取れない。

30 【0029】本発明における電極部材は、上述したような混合比等で各成分を混合することにより調製することができ、得られた電極部材は電解質膜に接触または接着される。

【0030】電極部材が接触または接着される電解質膜としては、パーフルオロスルホン酸やスチレンージビニルベンゼン系などのスルホン酸型イオン交換樹脂や、ゾルゲル法で作製した無機電解質が好ましい。さらに、DMFCの場合には、燃料のクロスオーバーが起きないように電解質膜の表面に処理が施されていることがより好ましい。具体的には、PBIのようなプロトン導電体であり、かつ燃料が透過しにくい材料で表面をコーティングすることが考えられる。

40 【0031】なお、電極部材と電解質膜とを含む電極部においては、電解質膜とアノード電極およびカソード電極とが接している、もしくは接着されている構造であることが好ましい。電解質膜と電極とは、ホットプレスなどを用いて温度と圧力をかけて接着し、接触抵抗を低下させることが好ましい。また、接着強度を上げるために、有機溶媒やプロトン導電体を溶解した溶液を各部材の接着面に塗布してもよい。

50 【0032】また、本発明の燃料電池および電極部材

は、DMFCのような液体もしくは気体状の有機燃料を用いた燃料電池において、その電池出力を長時間維持するのに有効であるが、特に前記有機燃料を用いた燃料電池に限定するものではない。

#### 【0033】

【発明の実施の形態】以下、具体例を示して本発明をさらに詳細に説明する。

【0034】（実施例1）平均粒径50nmのカーボン粒子に、白金-ルテニウム（1：1）を担持させて（担持量25wt%）、触媒が担持された電子導電体粒子を得た。また、無機プロトン導電体固体粒子としてのSiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>粒子をゾルゲル法により作製した。得られたSiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>粒子の粒子径は10nm、細孔径は4nm、比表面積は830m<sup>2</sup>/gであった。

【0035】こうして用意された合金担持カーボン粒子10gおよびSiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>粒子2gを、水6gおよび有機プロトン導電材（アルドリッチ社製、ナフィオン20wt%溶液）4gとともに混練してペーストを得た。このペーストを、導電性多孔質体のカーボン電極基

材上に塗布し、室温乾燥させて本発明の電極部材を作製した。

【0036】（比較例1）無機プロトン導電体固体粒子を用いない以外は、前述の実施例1と同様の材料を用いて同様の手法により、比較例1の電極部材を作製した。ただし、有機プロトン導電材は10gとし、水は8gとした。

【0037】前述の実施例1および比較例1で得られた電極部材をアノード電極として用いて、市販のカソード電極とともにナフィオン電解質膜を挟持した。さらに、ホットプレスをを用いて140℃で接着し、燃料電池の単セルに組んでそれぞれセルを作製した。なお、セル面積は10cm<sup>2</sup>である。

【0038】それぞれのセルについて、アノード側には液体燃料として2mol/lの濃度のメタノール水溶液燃料を4ml/minで供給し、カソード側には常圧空気を100ml/minで送り、80℃にて発電を行なった。

【0039】各液液体燃料電池について、電流と出力との関係を図4のグラフに示す。図4のグラフ中、曲線aは実施例1の電極部材を用いた本発明の液体燃料電池についての結果であり、曲線bは比較例1の電極部材を用いた液体燃料電池についての結果である。本発明の液体燃料電池（曲線a）においては、0.4A/cm<sup>2</sup>まで安定して出力が取り出せるが、比較例1の液体燃料電池（曲線b）においては、電流の増加とともに出力が急激に低下し、0.2A/cm<sup>2</sup>以下しか電流がとれない。これは、触媒担持粒子上での触媒利用効率の実施例1のものの方が高いためであり、カーボン粒子上の触媒が、プロトン導電パスと接する面積が比較例1よりも大きな構造を有することに起因する。また、有効に利用さ

れるプロトン導電パスも増加しているために、本発明の液体燃料電池においては、電流をとったときに電圧の低下する現象も抑えられていることがわかる。

【0040】また、繰り返し試験を行なったところ、比較例1の場合には回数毎に性能が低下したが、無機プロトン導電体固体粒子と有機プロトン導電体とを含有する電極部材を用いた実施例1の場合には、初期の性能とほぼ同程度という結果が得られた。これは、プロトン導電パスに無機物を使用していることに起因し、無機物のメタノール燃料に対する耐性がナフィオンなどの高分子に比べて大幅に高いためである。

【0041】さらに、以下のようにして電極の性能劣化について調べた。

【0042】まず、実施例1および比較例1で得られた電極部材を、温度60℃、空气中に放置して性能劣化の加速試験を行なった。この条件における1ヶ月の放置は、室温空气中での4ヶ月の放置に相当する。所定時間が経過した後、それぞれの電極部材を取り出し、アノード電極およびカソード電極として用いて、これらで電解質膜を挟持した。さらに、プレスして電極部を作製し、電池測定を行なった。

【0043】電極の放置時間と出力との関係を図5のグラフに示す。図5のグラフ中、曲線cは実施例1の電極部材を用いた場合の結果であり、曲線dは比較例1の電極部材を用いた場合の結果である。

【0044】比較例1の電極（曲線d）は、初期の性能が50mW/cm<sup>2</sup>と小さく、しかも、この性能は経時的に劣化している。性能の劣化は、3ヶ月経過したところで飽和し、12ヶ月たってもそれ以上の変化は確認されなかった。

【0045】一方、実施例1の場合（曲線c）は、初期の性能が200mW/cm<sup>2</sup>と大きく、12ヵ月後の加速試験にも大きな変化は見られず、経時劣化は起こっていないことがわかる。本発明の電極部材においては、図2に示されるように無機プロトン導電体固体粒子と有機プロトン導電体とを含んでいるので耐候性が向上しているためである。

#### 【0046】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、長期間にわたって高い安定性を維持するとともに、高出力かつ小型の燃料電池が提供される。また本発明によれば、高出力かつ小型の燃料電池のための電極部材であって、長期間にわたって高い安定性を維持するとともに、高いプロトン導電性を有する電極部材が提供される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池の一部の構成を表わす部分断面図。

【図2】本発明の電極部材内の構造を表わす概略図。

【図3】本発明の電極部材における無機系プロトン導電体固体粒子の構造を表わす拡大断面図。

【図 4】本発明の実施例 1 および比較例 1 に関わる燃料電池の電流と電圧との関係を表わすグラフ図。

【図 5】本発明の実施例 1 および比較例 1 に関わる燃料電池の出力の経時変化を表わすグラフ図。

【符号の説明】

10…電解質膜

11a, 11b…電極

12a, 12b…集電部

20…電子導電体粒子

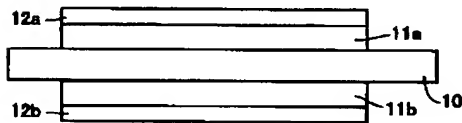
21…触媒

22…無機プロトン導電体固体粒子

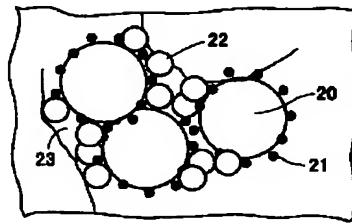
23…有機プロトン導電体

24…細孔

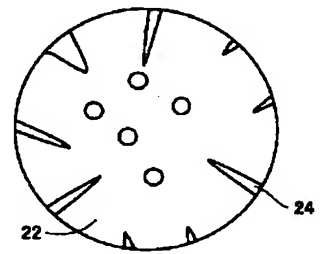
【図 1】



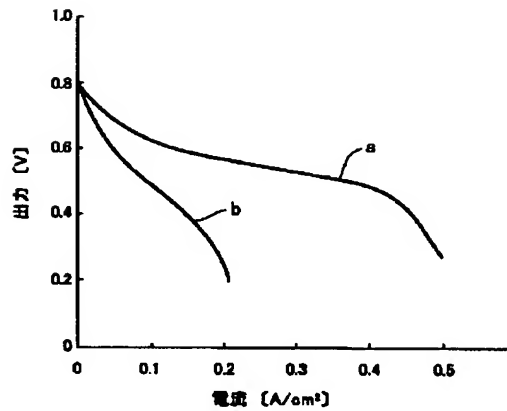
【図 2】



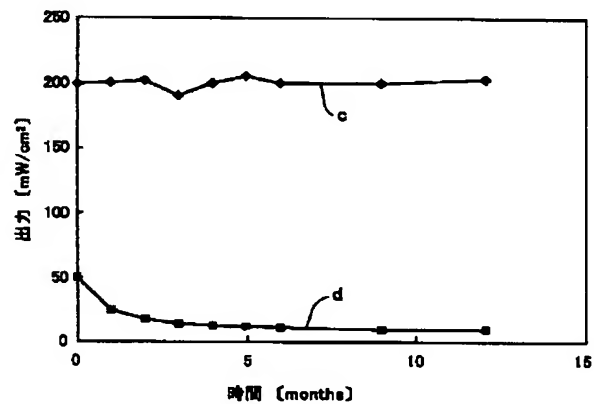
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H018 AA06 AS02 AS03 CC06 DD08  
 EE03 EE05 EE11 EE17 EE18  
 5H026 AA06 AA08 CC01 CX04 CX05  
 EE02 EE05 EE08 EE12 EE18  
 EE19